

## 空間情報を用いた新国富の推計:ASEAN 諸国を対象とした経年変化の考察

九州大学 学生会員 橋田岳大

九州大学 正会員 馬奈木俊介

1. 目的

2015年9月、国連総会でSDGs(持続可能な開発目標)が採択された。その実用的な評価指標として期待されているのが新国富指標である。新国富指標は人的資本、人工資本、自然資本の3つの資本から構成されており、その金銭価値は現代及び将来世代が受け取る福祉の金銭価値と等しい。よって、新国富とその構成要素の増減を見ることで持続可能性を評価することができる。

これまで新国富指標は、主に国レベルや自治体レベルでの推計が進められてきており、総合計画への反映といったように社会実装が進んでいる。このような中で、今後地域の持続可能性をより詳細に理解することは重要な課題であり、そのための試みとしてGISを用いたグリッドレベルでの新国富の推計が進んでいる。これまでインド(Shang,2020)や日本・中国(Zhang et al.,2020)を対象とした研究が実施されており、各国の社会・経済状況と照らし合わせた各種資本の分布について分析が行われている。

本研究では東南アジアの5カ国(インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、ブルネイ)を対象に2010年、2015年、2020年のグリッドレベルでの新国富の推計を行う。また、現在東南アジアを含め世界的に大気汚染問題が深刻化していることに焦点を当て、グリッドレベルの新国富データと大気汚染データ等を統合することで、大気汚染が新国富に与える影響を人的資本の損失分(HC loss)として算出する。それらによって、それぞれの資本が各国の国土にどのように分布し相互作用しているのか、また、大気汚染がどれほど新国富に影響を与えているのかをより詳細に理解することで、政策立案の際の示唆を与えることを目的とする。

2. データ・分析手法人的資本の推計(州レベル)

人的資本(HC)は、シャドウプライス(P<sub>HC</sub>)とストック(K<sub>HC</sub>)を掛け合わせることで求められ、

以下の式で表される。

$$HC = P_{HC} \cdot K_{HC} \quad \dots(1)$$

まずは以下の式で表される人的資本のストックを求める。

$$K_{HC} = e^{\rho A} * P_{5+A} \quad \dots(2)$$

$\rho$ は利子率(IWR2018より8.5%)、 $A$ は平均教育年数、 $P_{5+A}$ は5+平均教育年数以上の年齢の人口をそれぞれ表している。

次に、以下の式で表される人的資本のシャドウプライスを求める。

$$P_{HC} = \int_0^T \frac{w \cdot P_t}{e^{\rho \cdot A_t \cdot P_{5+A_t}}} e^{-\delta t} dt \quad \dots(3)$$

$w$ は労働者の平均賃金、 $P_t$ は労働者人口、 $A_t$ は労働者の平均教育年数、 $T$ は予想される勤労年数、 $\delta$ は将来賃金の割引率(IWR2018より8.5%)をそれぞれ表している。予想される勤労年数は、60歳を定年とし、それぞれの年齢層の残りの勤労年数を定め、それらの値をそれぞれの年齢層の労働者人口で重み付けすることにより求める。

最後に、式(2)で求めたストックと式(3)で求めたシャドウプライスを掛け合わせることで州別の人的資本を求める。

人工資本の推計(州レベル)

人工資本(PC)は、以下の式で表される。

$$PC = K(0)(1 - \delta)^t + \sum_{\tau=1}^t I(\tau)(1 - \delta)^{\tau} \quad \dots(4)$$

$I(\tau)$ は投資額(総固定資本形成)、 $\delta$ は減価償却率(IWR2018より4%)、 $K(0)$ は初期の資本ストックを表している。

データの取得状況を考慮し、2010年を基準( $t=0$ )として初期ストックを求める。その初期ストックに、2011年から2020年までの投資額を、減価償却を考慮しながら足し合わせることで州別的人工資本を求める。

人的資本の推計(グリッドレベル)

グリッドレベルの人的資本の推計の際に使用するのが、グリッドレベルの人口データである。

それぞれのグリッド内の人的資本は、一人当たりの人的資本が州内のどの位置においても等しいと仮定し、ArcGISを用いてグリッド内の人口とそのグリッドが含まれている州の一人当たりの人的資本を掛け合わせるにより求める。

#### 人工資本の推計(グリッドレベル)

グリッドレベルの人工資本の推計の際に使用するのが、経済的富の代理となることが証明されている NTL(夜間光)データである。このデータのそれぞれのグリッドには光度の値が格納されており、この値を用いて州レベルの人工資本を州内のそれぞれのグリッドに按分することで、グリッドレベルの人工資本を求める。

#### 自然資本の推計(グリッドレベル)

森林、湿地などの再生可能な自然資本は、ArcGISを用いてグリッドレベルで直接推計することが可能である。グリッド内におけるそれぞれの生態系の面積に、それぞれの生態系のシャドウプライスを掛け合わせるにより求める。その際、再生可能な自然資本の分布を表しているデータとして、グリッドレベルの土地被覆データを用いる。また、シャドウプライスは、中国と日本を対象としたグリッドレベルでの新国富の推計の際に使用された値を用いる。(Zhang et al.,2020)

一方、再生不能な自然資本である化石燃料(石炭、石油、天然ガス)や鉱物は、グリッドレベルで直接推計することが出来ない。そのため、まずは国レベルでの推計を行い、その後グリッドレベルでの推計を行う。

#### 大気汚染による人的資本の損失分(HC loss)の算出

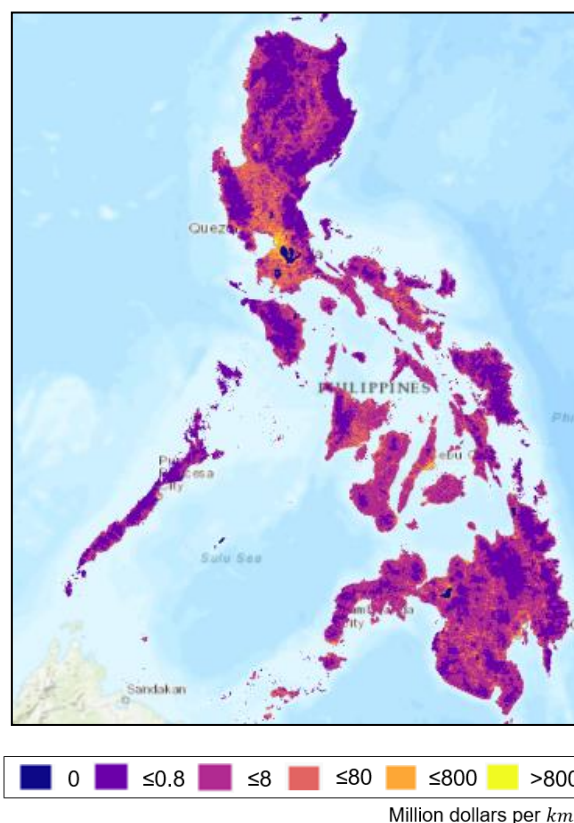
以下の曝露応答関数(Fang et al., 2016)により、ArcGISを用いて、各国の大気汚染による死亡率をグリッドレベルで推計する。

$$\Delta DR_i = DR_i * \left\{ 1 - \frac{1}{\exp[\beta * (C - C_0)]} \right\} \dots (5)$$

$\Delta DR_i$ は年齢層 i の大気汚染による死亡率、 $DR_i$ は年齢層 i の死亡率、 $C$ はPM2.5の年平均濃度、 $C_0$ はPM2.5の閾値濃度、 $\beta$ は曝露応答係数をそれぞれ表している。推計した死亡率データにグリッドレベルの一人当たり人的資本データと年齢層別人口データを ArcGISを用いて統合し、処理することにより、各国の大気汚染による死亡者数をグリッドレベルで算出する。

### 3. 結果 (一部)

フィリピンにおける人的資本の分布 (2020年)



### 4. 結論

グリッドレベルでの新国富の推計を行い、東南アジアの5カ国(インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、ブルネイ)における各資本の分布状況が明らかとなった。また、大気汚染が新国富に与える影響を HC loss として評価することができた。今後は各資本について、その経年変化に関する考察を各国の経済・社会情勢等を考慮しながら行う。

#### 参考文献

- (1) Zhang, B., Nozawa, W. & Managi, S.(2020) "Sustainability measurements in China and Japan: an application of the inclusive wealth concept from a geographical perspective" *Regional Environmental Change* 20, 65  
<https://doi.org/10.1007/s10113-020-01658-x>
- (2) Managi, Shunsuke & Pushpam, Kumar(2018) *INCLUSIVE WEALTH REPORT 2018 MEASURING PROGRESS TOWARDS SUSTAINABILITY*, Abingdon & New York: Routledge
- (3) Shang Liwei (2020) *Gridded Based Inclusive Wealth in India*, Kyushu University